

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-037661

(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl.

C04B 35/20

H01B 3/12

H01G 4/12

H05K 1/03

(21)Application number : 2000-228009

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 28.07.2000

(72)Inventor : SATO MANABU  
KODERA EIJI  
FUJII KAZUYUKI

## (54) LOW TEMPERATURE-BURNED CERAMIC COMPOSITION

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low temperature-burned ceramic composition which can be burned at  $\leq 1,000^{\circ}$  C without adding a lead component, and which exhibits an excellent high-frequency characteristic (in particular, an excellent frequency temperature characteristic) without using a crystal glass.

SOLUTION: The low temperature-burned ceramic composition contains  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  as a main crystal and titanate as a subsidiary component. The mass ratio of titanate to  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  crystal is preferably set to be 0.05-0.5. Preferably,  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  crystal is made to a calcined powder so as to be used as a powdery raw material.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-37661

(P2002-37661A)

(43) 公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード* (参考)
C 0 4 B 35/20		C 0 4 B 35/20	4 G 0 3 0
H 0 1 B 3/12	3 2 6	H 0 1 B 3/12	3 2 6 5 E 0 0 1
H 0 1 G 4/12	3 5 8	H 0 1 G 4/12	3 5 8 5 G 3 0 3
	4 1 5		4 1 5
H 0 5 K 1/03	6 1 0	H 0 5 K 1/03	6 1 0 D
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-228009(P2000-228009)

(22) 出願日 平成12年7月28日(2000.7.28)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 佐藤 学

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 小寺 英司

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 藤井 一幸

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低温焼成磁器組成物

(57) 【要約】

【目的】 鉛成分を添加することなく1000℃以下の低温焼成が可能で、かつ、結晶化ガラスを用いることなく優れた高周波特性（特には、優れた周波数の温度特性）を発揮する低温焼成磁器組成物を提供すること。

【構成】  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶を主結晶として含有するとともに、チタン酸塩を副成分として含有する低温焼成磁器組成物とする。 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶に対するチタン酸塩の質量比を0.05~0.5とするとよい。 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶は、仮焼粉末としたものを原料粉末として用いるのがよい。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶を主結晶として含有するとともに、チタン酸塩を副成分として含有することを特徴とする低温焼成磁器組成物。

【請求項2】  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶に対するチタン酸塩の質量比が 0.05～0.5であることを特徴とする請求項1に記載の低温焼成磁器組成物。

【請求項3】  $\text{SiO}_2$  系結晶、ホウ素成分、アルカリ金属成分およびマンガン成分の少なくとも一種を含有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の低温焼成磁器組成物。

【請求項4】  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶 100 質量%に対して、  
5～50 質量%のチタン酸塩と、  
0～60 質量%の  $\text{SiO}_2$  系結晶と、  
0～10 質量%の  $\text{B}_2\text{O}_3$  に換算したホウ素成分と、  
0～10 質量%の  $\text{M}_2\text{O}$  (Mはアルカリ金属を示す。) に換算したアルカリ金属成分と、  
0～10 質量%の  $\text{MnO}_2$  に換算したマンガン成分と、  
を含有することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の低温焼成磁器組成物。

【請求項5】 焼成により  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶を主結晶として生成する仮焼粉末を含有する成形体を焼成してなる請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の低温焼成磁器組成物。

【請求項6】 焼成により  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶を主結晶として生成する仮焼粉末 100 質量%に対して、  
5～50 質量%のチタン酸塩と、  
0～60 質量%の  $\text{SiO}_2$  系結晶と、  
0～10 質量%の  $\text{B}_2\text{O}_3$  に換算したホウ素成分と、  
0～10 質量%の  $\text{M}_2\text{O}$  (Mはアルカリ金属を示す。) に換算したアルカリ金属成分と、  
0～10 質量%の  $\text{MnO}_2$  に換算したマンガン成分と、  
を含有する成形体を焼成してなることを特徴とする請求項5に記載の低温焼成磁器組成物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、1000℃以下で焼成が可能で、高周波領域において優れた誘電特性（特に、優れた周波数の温度特性）を有する低温焼成磁器組成物を有する低温焼成磁器組成物に関する。Ag、Cu等の導体抵抗の低い金属を配線層に用いた電子部品、通信用部品、配線基板等の絶縁体として好適なものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年の通信機器等の小型化の要請に対応するためには、用いる高周波回路基板も小型化する必要がある。そのため、コンデンサ、インダクタ等の受動回路素子を高周波回路基板の内部に内蔵することが検討されている。高周波回路基板の小型のためには、誘電率が

7～10程度の絶縁体を用いることが有用である。

【0003】 通信機器には、小型化以外にも、省電力化の要請がある。そのため、用いる高周波回路基板も省電力化に対応したものにする必要がある。そこで、電気信号の伝送損失を低減するため、より導体抵抗の低いAg、Cu等の金属からなる配線と1000℃以下の焼成温度で同時焼成可能な低温焼成配線基板が種々検討されている。

【0004】 通信機器は、低温から高温まで安定した性能を発揮することが要求される。そのため、用いる高周波回路基板も、広い温度域でも安定した性能を発揮する必要がある。そこで、優れた周波数の温度特性を有する低温焼成磁器組成物が種々検討されている。

【0005】 1000℃以下で焼成可能な低温焼成磁器組成物としては、以下のようなものを挙げることができる。例えば、フォルステライト等の結晶とチタニア粒子とを含む低温焼成磁器組成物が特開平4-82297号公報に開示されている。また、チタン酸ストロンチウムに低温焼成化を促進するアルカリ金属を含むガラスフリットを添加した低温焼成磁器組成物が特開平5-78165号公報に開示されている。また、メルウィナイト、モンティセライト、カルシウム珪酸塩等の結晶と、低温焼成化を促進するアルカリ金属やアルカリ土類金属等とを含む結晶化ガラスからなる低温焼成磁器組成物が特開2000-119041号公報に開示されている。尚、これまでに  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$  結晶を含有する低温焼成磁器組成物の高周波回路基板用途の使用は知られていない。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 1000℃以下の低温焼成によって特定結晶を析出させて、低温焼成磁器組成物の高周波特性を向上する方法は、出発原料として結晶化ガラスを用いている。そのため、ガラス原料の粉砕状態や不純物等の影響により、結晶化の度合いにバラツキが発生しやすく、安定した特性の配線基板が得難い問題がある。また、結晶化の度合いのバラツキに起因する配線基板の焼成収縮の不均一による反り不良の問題もある。

【0007】 一方、誘電体フィラーに結晶化しないガラスフリットを添加した低温焼成磁器組成物を用いる方法は、低温焼成化のためにガラス成分にPbOを添加するものが多い。鉛成分の添加は、環境への影響を考慮して避けることが望ましい。

【0008】 本発明の目的は、鉛成分を添加しなくても1000℃以下で焼成が可能で、かつ、結晶化ガラスを用いることなく優れた高周波特性（特に、優れた周波数の温度特性）を発揮する低温焼成磁器組成物を提供することである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の低温焼成磁器組

成物は、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶を主結晶として含有するとともに、チタン酸塩を副成分として含有する低温焼成磁器組成物を要旨とする。 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶を主結晶として含有することにより、高周波領域において優れた誘電特性を発揮することができるとともに、チタン酸塩を副成分として含有することにより、周波数の温度特性の変動を0に近づけたり、誘電率を7~10の範囲に容易に調整することができる。本発明の低温焼成磁器組成物は、好ましくは、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶に対するチタン酸塩の質量比を0.05~0.5の範囲にする

とよい。 $\tau_f$  (周波数温度特性) をより小さく抑えた低温焼成磁器組成物を得ることができるからである。 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶に対するチタン酸塩の質量比は、更には0.1~0.4、特に0.1~0.2の範囲にするとよい。更に好ましくは、本発明の低温焼成磁器組成物の $\tau_f$  (周波数温度特性) を $\pm 50 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、更には $\pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、特に $\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ にまで抑えたとよい。高周波回路基板用途に好適な低温焼成磁器組成物が得られるからである。

【0010】 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶は、高周波領域における誘電特性に優れ、熱膨張係数が大きい。そのため、高周波回路基板の熱膨張係数をPCボード熱膨張係数に近づけることができる。熱膨張係数差に起因する応力集中を効果的に緩和できるため、熱サイクル試験でのハンダ実装部の破損を防止することができる。PCボード上に直接面実装することの多い高周波回路基板用途に好適である。

【0011】 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶の融点は1560℃と高いため、1000℃以下の焼成において安定に存在することができる。本発明の低温焼成磁器組成物は、出発原料にはガラス粉末を用いないで、焼成により $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶を主結晶として生成する仮焼粉末を用いるとよい。この仮焼粉末に焼結助剤を少量添加することにより、ガラス粉末を用いた場合に発生する基板の反り等の諸問題を解決できる。この仮焼粉末と焼結助剤に有機バインダ等を添加して、公知の成形方法を用いて成形体にする。成形体は、ドクターブレード法を用いてグリーンシート化したり、プレス法を用いてブロック体

にすることができる。これら成形体を1000℃以下で焼成することで、目的とする低温焼成磁器組成物を得

よび $\text{Sr}_2\text{SiO}_4$ の少なくとも一種を含有するとよい。1000℃以下の焼成により $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶を主結晶として効率よく生成することができるからである。

【0013】チタン酸塩については仮焼粉末を用いることは必須ではないが、仮焼粉末を用いれば、粒径を大きくして1000℃以下の焼成におけるチタン酸塩の分解を最小限に抑えることができる。ここにいう「仮焼粉末」とは、焼成により所定のチタン酸塩となる所定の成分を含有する原料粉末または所定のチタン酸塩原料粉末を1050~1300℃、好ましくは1050~1250℃、より好ましくは1100~1200℃で焼成し、急冷(1分間に20℃以上降温させること)せずに室温まで冷却したものをいう。

【0014】ここにいう「チタン酸塩」としては、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸等が挙げられる。これらの金属元素の一部をSn、Nd、Ca、Ba、Mg等の他の元素で置換したものであってもよい。特に、チタン酸ストロンチウムを用いるのがよい。 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶に対して、正の周波数の温度係数を有するチタン酸ストロンチウムを添加することで、焼結性を大きく低下することなく、誘電特性の温度ドリフトを効果的に防止した優れた周波数温度特性を有する低温焼成磁器組成物を得ることができる。

【0015】本発明の低温焼成磁器組成物は、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶以外に、副結晶として $\text{SiO}_2$ 系結晶(特に $\alpha$ -石英、クリストバライト)を60質量%以下(好ましくは10~50質量%、更に好ましくは10~30質量%、特に10~25質量%)含有するとよい。 $\text{SiO}_2$ 系結晶を同時に含むことで、低温焼成磁器組成物の誘電特性の安定化を効果的に促進できる。 $\text{SiO}_2$ 系結晶は、 $\text{SiO}_2$ がよい。特に、 $\alpha$ -石英がよい。 $\text{SiO}_2$ の添加により、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶の低温焼成化が促進されるため、上記のアルカリ金属等の焼結助剤成分の添加量を最小限に抑えて、誘電特性の低下を効果的に防止することができる。

【0016】焼結助剤は、B成分やアルカリ金属成分を用いるのがよい。 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶からなる主結晶相の析出を阻害することなく焼結性を向上できるからである。添加形態としては、 $\text{B}_2\text{O}_3$ や $\text{M}_2\text{O}$ (MはLi、Na、K等のアルカリ金属)等の酸化物や、B成分やアルカリ金属成分を含むガラス、又はこれらの組み合わせがよい。湿度等の環境面の影響を回避したり、有機バインダを添加した際に良好な成形体を得るには、ガラスとして添加するのがよい。

【0017】本発明の低温焼成磁器組成物は、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶100質量%に対して、チタン酸ストロンチウム等のチタン酸塩を5~50質量%(好ましくは5~40質量%、より好ましくは10~30質量%、更には10~20質量%)含有するとよい。焼結性を阻害

することなく誘電特性に優れた低温焼成磁器組成物が得られるからである。本発明の低温焼成磁器組成物は、さらに、ホウ素成分 ( $B_2O_3$  換算) を 0~10 質量% (好ましくは 0.5~5 質量%、より好ましくは 1~3 質量%)、アルカリ金属成分 ( $M_2O$  換算 ( $M$  はアルカリ金属を示す。)) を 0~10 質量% (好ましくは 0.5~7 質量%、より好ましくは 1~6 質量%)、マンガン成分 ( $MnO_2$  換算) を 0~10 質量% (好ましくは 0.1~5 質量%、更に好ましくは 0.5~3 質量%、特に 1~2 質量%)、各々含有するとよい。低温焼結性、温度特性、機械的強度等の諸特性を向上することができるからである。尚、 $SiO_2$  系結晶、ホウ素成分、アルカリ金属成分およびマンガン成分の少なくとも一種を含有する場合は、これらの含有量の合計が 0 質量%になる場合を除く。これらの成分の添加の効果を以下に分説する。

【0018】アルカリ金属成分としては、 $Li$  成分、 $K$  成分、 $Na$  成分を用いるとよい。焼成温度の更なる低温化、緻密化を効果的に図ることができる。本発明の低温焼成磁器組成物は、アルカリ金属成分を  $M_2O$  ( $M$  はアルカリ金属を示す。) 換算で 10 質量%以下含有するとよい。好ましくは、 $Li$  成分を  $Li_2O$  換算で 10 質量%以下 (好ましくは 1~5 質量%以下、より好ましくは 2~3 質量%)、 $K$  成分を  $K_2O$  換算で 5 質量%以下 (好ましくは 0.1~3 質量%、より好ましくは 1~2 質量%)、 $Na$  成分を  $Na_2O$  換算で 5 質量%以下 (好ましくは 0.1~3 質量%、より好ましくは 1~2 質量%) 含有するとよい。特に、 $Li$  成分を必須にするのがよい。本発明の低温焼成磁器組成物の緻密化と低温焼成化を一層高めることができる。また、 $Li_2O$  等の  $Li$  成分と他のアルカリ金属成分 (例えば、 $Na_2O$  や  $K_2O$ ) を併用することで、アルカリ混合効果による耐絶縁性の向上を図ることができる。アルカリ金属成分の含有量が 0.1 質量%未満の場合、焼結体の緻密化を効果的には促進できない。また、アルカリ金属成分の含有量が 10 質量%を越えると、配線基板を作製した際に耐絶縁性が低下しやすくなる。

【0019】本発明の低温焼成磁器組成物は、特にアルカリ金属成分の種類及びその組成比を最適化することで、配線基板に用いた場合において、絶縁体層の誘電特性の一層の向上を図ることができる。尚、アルカリ金属成分の酸化物換算における含有量の総計は 10 質量%以下であれば誘電損失を大きく低下させることはない。

【0020】アルカリ金属成分の酸化物換算における含有量 (10 質量%以下) のうち、 $Na$  成分及び  $K$  成分の合計の含有量を 5 質量%以下に規定することで、本発明の低温焼成磁器組成物の緻密化を一層高めることができる。この含有量が 5 質量%を越えると、耐絶縁性が低下していく。 $Na$  成分及び  $K$  成分の合計の酸化物換算における含有量のより好ましい範囲は、0.1~3 質量%、

更に好ましくは 0.1~2 質量%である。

【0021】本発明の低温焼成磁器組成物は、他の成分としては、 $MnO_2$  等のマンガン成分を酸化物換算 ( $MnO_2$  換算) にて 10 質量%以下 (好ましくは 0.1~5 質量%、更に好ましくは 0.5~3 質量%、特に 1~2 質量%) 含有するとよい。低温焼成磁器組成物の誘電損失や温度特性の低下を効果的に抑制できる。また、成形体からの脱バインダー性を良好にできるため、残存炭素の影響を受け難くすることができる。

10 【0022】本発明の低温焼成磁器組成物は、焼成により  $Sr_2MgSi_2O_7$  結晶を主結晶として生成する仮焼粉末 100 質量%に対して、チタン酸ストロンチウム等のチタン酸塩を 5~50 質量% (好ましくは 5~40 質量%、より好ましくは 10~30 質量%、更には 10~20 質量%) と、ホウ素成分 ( $B_2O_3$  換算) を 0~10 質量% (好ましくは 0.5~5 質量%、より好ましくは 1~3 質量%) と、アルカリ金属成分 ( $M_2O$  換算 ( $M$  はアルカリ金属を示す。)) を 0~10 質量% (好ましくは 0.5~7 質量%、より好ましくは 1~6 質量%) と、マンガン成分 ( $MnO_2$  換算) を 0~10 質量% (好ましくは 0.1~5 質量%、更に好ましくは 0.5~3 質量%、特に 1~2 質量%) と、を混合、成形してなる成形体を 1000℃以下で焼成することによって得ることができる。各成分の効果は既に説明したので、ここでは省略する。尚、 $SiO_2$  系結晶、ホウ素成分、アルカリ金属成分およびマンガン成分の少なくとも一種を含有する場合は、これらの含有量の合計が 0 質量%になる場合を除く。

30 【0023】この仮焼粉末と焼結助剤に有機バインダ等を添加した後、公知の成形方法を用いて成形体にする。成形体は、ドクターブレード法を用いてグリーンシート化したり、プレス法を用いてブロック体にするができる。これら成形体を 1000℃以下で焼成することで、目的とする低温焼成磁器組成物を得る。本発明の低温焼成磁器組成物は、他の成分としては、 $MnO_2$  等のマンガン成分を酸化物換算 ( $MnO_2$  換算) にて 10 質量%以下 (好ましくは 0.1~5 質量%、更に好ましくは 0.5~3 質量%、特に 1~2 質量%) 含有するとよい。特に、 $MnO_2$  として添加するのがよい。マンガン成分の添加の効果については既に説明したので、ここでは省略する。

【0024】本発明の低温焼成磁器組成物の焼成温度としては、融点が約 960℃の銀を配線層に用いて同時焼成する場合においては、920℃以下 (好ましくは 900℃以下、更には 880℃以下) とするのがよい。焼成温度を 920℃以下に低くできるように組成を調整することで、同時焼成の際に発生する銀からなる配線層の過焼結を効果的に防止することができるからである。

【0025】

50 【実施例】本発明の低温焼成磁器組成物およびその製造

方法を以下に実施例を用いて説明する。

【0026】(1) 焼成により $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶を析出する仮焼粉末の作製。

$\text{SrCO}_3$ 粉末、 $\text{SiO}_2$ 粉末、 $\text{MgO}$ 粉末を酸化物換算にてそれぞれ2:2:1のモル比の組成になるように混合した後、1100~1150℃で仮焼する。得られた仮焼粉末のX線回折ピークを取ると、 $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶と $\text{SrSiO}_3$ 結晶と $\text{Sr}_2\text{SiO}_4$ 結晶の各ピークが観察された。

【0027】(2)  $\text{SrTiO}_3$ 仮焼粉末の作製。

$\text{SrTiO}_3$ 原料粉末を1100~1200℃で仮焼して、 $\text{SrTiO}_3$ 仮焼粉末を得る。

【0028】(3) 低温焼成磁器組成物の作製及び評価。

焼成により $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ 結晶を析出する仮焼粉末に、 $\text{SrTiO}_3$ 仮焼粉末、市販の $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、その他の成分を、表1に示す組成になるように混合する。この混合粉末にアクリル系バインダ、可塑剤、分散剤、トルエン、メチルエチルケトンを添加してスラリを調製する。このスラリを公知のドクターブレード法を用いて厚み120 $\mu\text{m}$ のグリーンシートに成形する。

【0029】このグリーンシートを圧着して積層体とする。尚、この積層体の厚みは、焼成後の厚みが1mmになるように調整してある。この積層体を250℃で脱バインダして脱脂体とする。この脱脂体を表2に示すように860~960℃で焼成して、目的とする低温焼成磁器組成物を得る。

【0030】この低温焼成磁器組成物を以下の項目について評価する。尚、試験片の寸法は、①から③については□65mm×t0.635mm、④については□2.5mm×L15mmに加工して調整してある。結果を表2に示す。

①. 誘電率 $\epsilon$ : 誘電体共振器摂動法(@3GHz)にて測定する。

②.  $\tan\delta$ : 誘電体共振器摂動法(@3GHz)にて測定する。

③.  $\tau_f$ : 空洞共振器法にて恒温槽(-40~+85℃)を用いて測定する。

④. TCE: JIS R 1618に準ずる。温度範囲は30~400℃。

【0031】

【表1】

試料 番号	$\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ (質量%)	$\text{SrTiO}_3$ (質量%)	$\text{SrTiO}_3$ $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$	$\alpha\text{-SiO}_2$ (質量%)	$\text{B}_2\text{O}_3$ (質量%)	$\text{Li}_2\text{O}$ (質量%)	$\text{K}_2\text{O}$ (質量%)	$\text{Na}_2\text{O}$ (質量%)	その他 (質量%)
1	100	0	—	0	3	2	1	—	$\text{MnO}_2$ 1
2	100	0	—	0	10	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
3	100	0	—	0	20	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
4	100	5	(仮焼)	0.05	10	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
5	100	10	(仮焼)	0.1	10	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
6	100	5	(仮焼)	0.05	20	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
7	100	10	(仮焼)	0.1	20	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
8	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
9	100	20	(仮焼)	0.2	20	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
10	100	15	(仮焼)	0.15	30	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
11	100	20	(仮焼)	0.2	30	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
12	100	30	(仮焼)	0.3	30	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
13	100	15	—	0.15	20	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
14	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	2	$\text{MnO}_2$ 1
15	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	3	$\text{MnO}_2$ 1
16	100	15	(仮焼)	0.15	20	4	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
17	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
18	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2.5	1	$\text{MnO}_2$ 1
19	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	3	1	$\text{MnO}_2$ 1
20	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	1	2 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 1
21	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	1	2 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 1
22	100	15	(仮焼)	0.15	20	3	2	1	2 $\text{SnO}_2$ 1
23	100	10	—	0.1	20	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
24	100	12.5	—	0.125	20	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
25	100	15	—	0.15	20	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
26	100	10	—	0.1	25	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
27	100	12.5	—	0.125	25	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
28	100	15	—	0.15	25	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
29	100	10	—	0.1	30	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
30	100	12.5	—	0.125	30	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
31	100	15	—	0.15	30	3	2.5	1	2 $\text{MnO}_2$ 1
32	100	0	—	0	50	3	2	1	$\text{MnO}_2$ 1
33	100	0	—	0	50	3	2	1	$\text{TiO}_2$ 5 $\text{MnO}$ 1
34	100	0	—	0	50	3	2	1	$\text{CaTiO}_3$ 30 $\text{MnO}$ 1
35	100	10	(仮焼)	0.1	20	3	2	1	—
36	100	10	(仮焼)	0.1	25	3	2	1	—
37	100	10	(仮焼)	0.1	30	3	2	1	—

【0032】

【表2】

試料 番号	焼成温度 (°C)	誘電率 $\epsilon$ (3GHz)	$\tau_f (\times 10^{-9})$ (-40~85°C)	$\tan \delta (\times 10^{-4})$ (3GHz)	TCE ( $\times 10^{-6}$ ) (30~400°C)
1	960	5.7	-55	98	9.5
2	940	5.0	-49	30	9.1
3	880	6.9	-42	31	8.5
4	940	6.8	14	37	8.6
5	940	7.9	36	37	8.2
6	900	7.3	-31	32	8.4
7	900	7.9	-35	36	8.6
8	920	8.8	5	42	8.5
9	940	8.8	16	43	8.5
10	880	7.5	-31	35	9.0
11	900	8.3	-3	41	9.0
12	900	9.0	24	47	9.1
13	920	8.7	0	42	8.8
14	940	8.8	10	42	8.8
15	940	8.8	21	43	8.8
16	900	8.7	6	41	8.7
17	900	8.8	24	31	9.3
18	880	8.8	2	36	9.1
19	860	9.0	-3	39	9.0
20	920	(脱バインダー不良)			
21	900	(脱バインダー不良)			
22	900	(脱バインダー不良)			
23	860	7.9	-21	23	9.4
24	880	8.3	-2	25	9.3
25	880	8.8	17	29	9.2
26	860	7.7	-20	23	9.8
27	860	8.1	-4	24	9.6
28	880	8.5	13	30	9.5
29	860	7.5	-17	24	9.7
30	860	7.8	-5	25	9.7
31	860	8.3	10	29	9.6
32	870	8.8	-46	31	10.4
33	870	6.4	-8	69	—
34	870	9.5	-34	160	—
35	920	7.2	-34	68	8.6
36	920	7.0	-33	54	8.8
37	900	6.9	-31	51	8.8

【0033】結果より、7~10程度の誘電率 $\epsilon$ を有する低温焼成磁器組成物が得られることがわかる。熱膨張係数は8~10程度で、従来のアルミナ基板並みの値が得られている。誘電特性の温度係数を $\pm 50 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$  (好ましくは $\pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 、特には $\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ )に調整したものは、高周波回路基板用途に極めて有用なものである。

【0034】試料番号21~試料番号22は、マンガン成分以外のNb成分、Cr成分、Sn成分をそれぞれ添加した例である。結果より、本実施例で用いた有機バインダーでは、マンガン成分以外のこれらの成分を添加した組成系では脱バインダー不良が見受けられる。これに対して、マンガン成分を添加した組成系は、マンガン成分以外のこれらの成分を添加した組成系と比較して、脱バ



インダー性に優れることがわかる。このように、マンガン成分を添加した組成系は、焼結体中の残留炭素量を減らせるため、より高い信頼性が得られる。また、特別に脱バインダ性に極めて優れる有機バインダーを用いなければならないことはないため、有機バインダーの選択の幅が広いという利点がある。尚、マンガン成分以外のNb成分、Cr成分、Sn成分をそれぞれ添加した組成系でも、より脱バインダ性に優れる有機バインダーを用いれば、脱バインダー性を良好にすることは可能である。

【0035】

【発明の効果】本発明の低温焼成磁器組成物は、Sr：\*

\*  $MgSi_2O_7$  結晶を主結晶として含有するとともに、チタン酸塩を副成分として含有することで、優れた高周波特性（特に、優れた周波数の温度特性）を発揮する低温焼成磁器組成物を提供することができる。また、出発原料として結晶化ガラスを用いないため、ガラス原料の粉碎状態や不純物等の影響により、結晶化の度合いにバラツキが発生することのない低温焼成磁器組成物が得られる。このため、結晶化の度合いにバラツキによる焼成収縮の不均一により発生する、配線基板の反りの問題を解決できる。

フロントページの続き

Fターム(参考) 4G030 AA02 AA03 AA04 AA07 AA09  
AA16 AA25 AA35 AA37 BA09  
CA01 GA09  
5E001 AB01 AB03 AC09 AE00 AE01  
AE04 AH05 AH09 AJ02  
5G303 AA05 AA07 AB05 AB10 AB15  
BA12 CA01 CB02 CB17 CB18  
CB30 CB32 CB35